

VALOR NUTRITIVO DE LAS PRINCIPALES COMUNIDADES DE PASTOS DE LOS PUERTOS DE GÓRIZ (PIRINEO CENTRAL)

R. GARCÍA-GONZÁLEZ¹, A. ALDEZABAL², I. GARIN² Y A. MARINAS¹

¹Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Apartado 64. E-22700 Jaca (España). ²Landare-Biologia eta Ekologia Saila,

Zientzia eta Teknologia Fakultatea, Euskal Herriko Unibertsitatea, 644 p.k., E-48080 Bilbo (Bizkaia).

RESUMEN

Los pastos de puerto pirenaicos son un importante recurso alimentario para la ganadería extensiva, sin embargo el conocimiento de su valor nutritivo es escaso. En este estudio hemos determinado la composición química de siete tipos de pastos cuantitativamente importantes en el Pirineo Central, su variación temporal y su adecuación para cubrir las necesidades mínimas del ganado a partir de los estándares nutricionales habituales. Valoramos también la influencia de la necromasa (materia vegetal muerta) y otros componentes estructurales (proporción de graminoides y dicotiledóneas), sobre la composición química.

A principios de mes desde junio a septiembre se tomaron muestras al azar en parcelas no pastadas de las comunidades *Bromion erecti* (BE), *Nardion strictae* (NS), *Primulion intricatae* (PI), *Festucion gautieri* (FG), *Saponarienion caespitosae* (SP), *Festucion eskiae* (FE) y la mixta *Bromion-Nardion* (BN). En el laboratorio se determinó el contenido en FND, FAD, lignina, proteína bruta (PB), P, K, Mg y K. La digestibilidad potencial (DP) y la energía metabolizable (EM) se estimaron a partir de ecuaciones. *Primulion intricatae* y *Nardion strictae* tienen los valores más altos en PB pero su DP y EM son los más bajos. Los valores en PB más bajos se obtuvieron para *Festucion gautieri* y *F. eskiae* y la DP y EM más altos para *Saponarienion caespitosae* y *Bromion erecti*. La DP y la EM se mantienen relativamente constantes durante el período vegetativo, sin embargo el contenido en PB y P presenta un máximo a principios de verano, descendiendo rápidamente después. La proporción de dicotiledóneas se asocia positivamente con un aumento en P, K y DP, y negativamente con el contenido en FND. A mayor proporción de necromasa disminuye el contenido en K y aumenta la FND. La relación vivo/necromasa se relaciona positivamente con la DP siempre que no supere la proporción de 2 a 1. Las comunidades estudiadas cubrirían las necesidades de vacas y ovejas en PB, Ca, K y parcialmente en Mg, sin embargo, parecen deficitarias en EM y P. Las comunidades afines a sustratos calizos y de carácter mesófilo (BE y PI), poseen

mayor valor nutritivo que las acidófilas (NS y FE), coincidiendo con lo descrito por otros autores en zonas pirenaicas.

Palabras clave: Pastos de puerto, composición química, valor pastoral, necromasa.

INTRODUCCIÓN

Los pastos de puerto pirenaicos han constituido tradicionalmente un importante complemento alimentario para la ganadería extensiva durante el período estival (Montserrat y Fillat, 1990). Aunque con notables excepciones (Trías *et al.*, 2002), durante las últimas décadas se ha producido un descenso de los censos ganaderos en muchos lugares de los Pirineos. También se han observado cambios cualitativos en relación con las especies pastantes (aumento del vacuno, descenso del ovino) (Pallaruelo, 1993; Sanz y Boleda, 2002). Como es conocido, el pasto y los herbívoros forman un sistema interactivo que se condiciona mutuamente (Osoro, 1990; Milchunas y Lauenroth, 1993; Briske y Richards, 1994; Augustine y McNaughton, 1998), por lo que los cambios que se producen en estos últimos repercuten en la dinámica de las comunidades pascícolas.

Por otra parte, debido a la considerable biodiversidad que albergan y a su alto valor paisajístico, muchos de los puertos estivales pirenaicos han sido incluidos dentro de espacios protegidos. Además, existe una tendencia creciente, por parte de los gestores de estos espacios, a considerar al ganado como agente beneficioso y necesario para la conservación de estos ecosistemas (PNOMP, 1995). La preservación de los valores ecológicos y paisajísticos de los pastos requiere el mantenimiento de una carga de herbívoros mínima que consuma su producción y garantice sus procesos dinámicos (Cebrián y Duarte, 1994). Sin embargo, tanto si los objetivos del sistema son el mantenimiento del paisaje como la producción animal, los pastos de puerto deberían satisfacer las necesidades nutricionales mínimas del ganado durante los diferentes períodos de pastoreo (Andrighetto *et al.*, 1993; Dolek y Geyer, 2002). Por ello es importante conocer el valor nutricional de los principales tipos de pastos de puerto, su variación temporal y el grado en que estos cubren los requerimientos nutricionales del ganado.

Se conocen algunos trabajos sobre el valor nutritivo de los pastos de puerto pirenaicos (Ferrer, 1981; Ferrer *et al.*, 1991; Bas, 1993; Canals y Sebastiá, 1993; Gómez *et al.*, 1997; Fanlo *et al.*, 2000). Sin embargo, su gran complejidad estructural y las dificultades de muestreo de grandes superficies, hacen que a menudo las comparaciones sean difíciles de establecer, y en general, el conocimiento de la calidad nutritiva de dichos pastos es escaso.

Cuando la carga ganadera es baja suele producirse acumulación de materia muerta en el pasto, lo cual hace disminuir su calidad (Osoro *et al.*, 1991; Acutis y Costa, 1994). La proporción de materia muerta acumulada depende de las características estructurales de la comunidad y de su apetecibilidad para los herbívoros (Remón, 2004). En algunos pastos pirenaicos suele producirse acumulación de necromasa y para valorar la influencia de esta y de otros componentes estructurales (graminoides, dicotiledóneas) sobre su calidad, hemos estimado la proporción de estas categorías en algunas de las comunidades seleccionadas. Pretendemos averiguar si su composición química está relacionada con estos componentes botánicos estructurales.

Por tanto, los objetivos de este trabajo consisten en estudiar la composición química de los principales tipos de pasto de los Puertos de Góriz en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su variación estacional, establecer relaciones entre variables químicas y componentes estructurales, averiguar su potencialidad para cubrir las necesidades nutricionales de los herbívoros que las utilizan y discutir su valor pastoral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Los Puertos de Góriz, con sus 5700 ha, se encuentran en el interior del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (PNOMP), representando el 36% de su superficie. Su rango altitudinal varía desde 1900 a 3355 m, ya que incluye el pico de Monte Perdido, segunda cota máxima de los Pirineos. Sin embargo, la superficie realmente pastoreada no asciende más allá de los 2700 m, debido a la escasez de pastos densos. El sustrato geológico es predominantemente calizo, aunque muchos suelos se hallan acidificados en superficie (Badía *et al.*, 2002). La temperatura media anual y la precipitación es de 4,9°C y 1721 mm (media de 20 años; datos de la estación del Refugio de Góriz, 2200 m). La duración del período vegetativo a 2000 m es de 122 días, comenzando como promedio el 28 de mayo y finalizando el 29 de septiembre (Del Barrio *et al.*, 1990). Durante dicho período, la temperatura y precipitación media en la zona de estudio fue de 10,0°C y 714,4 mm respectivamente, y durante el año de muestreo (1993) fue de 10,3°C y 597,2 mm respectivamente.

La vegetación es la típica de los pisos alpino y subalpino de los Pirineos calizos (Braun-Blanquet, 1948; Vigo, 1987), con pastos densos del tipo *Bromion erecti*, *Nardion strictae* y *Primulion intricatae* en las zonas llanas y de escasa pendiente, pastos pedregosos (*Festucion eskiae*, *F. gautieri*) en pendientes medias, y comunidades de muy baja cobertura vegetal (*Iberidion spatulatae*, *Saxifragion praetermissae*) en pedrizas y

cantiles (Aldezabal, 1997; Villar y Benito, 2001; Gómez-García *et al.*, 2002a). La elevada altitud media de los Puertos de Góriz hace que la superficie de pastos densos sea relativamente escasa (30 %) y predominen las comunidades pascícolas de baja cobertura (*Festucion gautieri*), pedrizas y suelo desnudo (63 %). El 7 % restante está ocupado por matorral de erizón (*Echinopartium horridum*) y landas subalpinas (*Salicetea herbaceae*).

Los puertos de Góriz son pastos comunales pertenecientes a los municipios de Fanlo y Fiscal, y han sido utilizados durante siglos como estivaderos para el ganado. Son utilizados conjuntamente por rebaños de vacas, ovejas, cabras y yeguas. En la primera mitad del siglo XX albergaban un censo de 24 000 ovinos (Balcells, 1985) que se ha reducido a 7000 en la actualidad. La carga ganadera es de 0,21 UGM/ha durante los tres meses de verano. Vacas, yeguas y cabras pastan libremente y las ovejas son guiadas por pastores. Una población de aproximadamente 800 sarrios (*Rupicapra p. pyrenaica*) comparte los pastos de esta unidad pastoral durante el período de estancia del ganado (Herrero *et al.*, 2003).

Recolección y tratamiento de las muestras

Se establecieron siete parcelas sobre otras tantas comunidades herbáceas, representativas de los pastos más abundantes e importantes por su aprovechamiento por parte del ganado ovino y vacuno. Sus características y códigos se exponen en la Tabla 1. Una descripción más detallada puede encontrarse en Aldezabal (1997) y Badía *et al.* (2002).

En la primera semana de cada mes, de junio a septiembre de 1993, se cortaron al azar en cada parcela a ras de suelo, de dos a 16 rectángulos (dependiendo de la cobertura de la comunidad; Tabla 1) de tamaño 25x50 cm. Las parcelas *Bromion erecti* (BE), *Nardion strictae* (NS), *Primulion intricatae* (PI), *Festucion gautieri* (FG) estaban cercadas para impedir el pastoreo del ganado. Por razones logísticas, las tres parcelas restantes no se pudieron cercar, pero los cortes se realizaron al azar sobre manchas de vegetación no comidas, lo cual no resultó excesivamente difícil debido a la baja presión pastoral. Las muestras recolectadas representarían el valor nutritivo de los pastos considerados en ausencia de pastoreo y por tanto con un contenido en necromasa máximo. Las muestras fueron transportadas al laboratorio y posteriormente procesadas.

Con el fin de relacionar los componentes botánicos estructurales con la cantidad de nutrientes, antes del secado de las muestras correspondientes a las comunidades BE, NS, PI y FG, se tomó una submuestra de aproximadamente 80 g en peso fresco de cada una y se separó manualmente en sus componentes de graminoides, dicotiledóneas y necromasa. Las *graminoides* incluyen la materia viva de las familias Gramíneas,

Ciperáceas y Juncáceas; las dicotiledóneas el resto del material vivo de las dicotiledóneas y también de las monocotiledóneas no-graminoides, como las Liliáceas e Iridáceas; la *necromasa* incluye el material muerto en pie, tanto de las graminoides como de las dicotiledóneas herbáceas. Se calcularon las proporciones de cada fracción vegetal en peso seco y las relaciones Graminoides/Dicotiledóneas y Materia Viva/Necromasa. El resto del material no separado se homogeneizó y se tomó una submuestra por comunidad para analizarla químicamente.

TABLA 1

Códigos, localidades, número de muestras (N) y características ecológicas de las comunidades muestreadas.

Codes, localities, number of samples (N) and ecological features of the sampled communities.

Parcela	Comunidad fitosociológica	Localidad	N	Alt. (m)	Orientac.	Diversidad florística	Suelo
BE	<i>Al. Bromion erecti</i> W. Koch 1926	Ripalés	8	1930	-	alta	Profundo; acidez y saturación de bases moderada
NS	<i>Al. Nardion strictae</i> Br.-Bl. 1926	Ripalés	8	1930	N	baja	Profundo; húmedo; pobre en nutrientes
PI	<i>Al. Primulion intricatae</i> Br.-Bl. (1948) 1964	Góriz	8	2270	OSO	media	Profundo; húmedo; niveles moderados o altos de MO
FG	<i>Al. Festucion scopariae</i> Br.-Bl. 1948 (= <i>Festucion gautieri</i>)	Cuello Gordo	16	2160	O	alta	Superficial, fino; básico
SP	<i>Subal. Saponarienion caespitosae</i>	Sra. Cutas	2	2050	S	alta	Superficial, sustrato básico
FE	<i>Al. Festucion eskiae</i> Br.-Bl. 1948	Sra. Cutas	2	2170	S	baja	Umbrisol húmico, ácido; niveles moderados y altos de MO y CRAD
BN	Comunidad mixta <i>Bromion-Nardion</i>	Cuello Arenas	2	1900	-	media	Profundo; en proceso de acidificación

MO = materia orgánica.

CRAD = capacidad de retención de agua disponible.

MO = organic matter.

CRAD = water retention capacity.

Análisis químicos

Después de secar las muestras a una temperatura de 60 °C durante 48 horas, fueron pesadas y molidas a tamaño de 1 mm. La determinación del contenido en N y macrominerales (P, Ca, Mg y K) del material vegetal se realizó en el Laboratorio Agrario de Faisoro mediante *digestión micro-kjeldahl* (Ansorena *et al.*, 1995). El cálculo de la proteína bruta corresponde al contenido en N multiplicado por 6,25.

Los diferentes componentes de la fibra se determinaron según el *método detergente secuencial* (Van Soest *et al.*, 1991) en el laboratorio del Instituto Pirenaico de Ecología. Se determinaron los constituyentes de la pared celular (fibra neutro detergente FND,

fibra ácido detergente FAD, lignina LAD). Hemicelulosa y celulosa se calcularon por diferencia de FND menos FAD y FAD menos LAD, respectivamente. Los componentes celulares (CC) se estimaron por la diferencia $100 - \text{FND}$. Basándonos en la relación inversa existente entre el contenido en fibra y la digestibilidad, hemos utilizado la ecuación propuesta por Van Soest (1994) para obtener la *digestibilidad potencial* (DP) que es una estima de la *digestibilidad real* (Gordon, 1989):

$$\text{DP} = (0,98 \times \text{CC}) + \{147,3 - 78,9 \log [(\text{LAD}/\text{FAD}) \times 100]\} \times \text{FND}/100$$

A partir de la digestibilidad potencial se estimó la energía metabolizable (MJ EM kg⁻¹ MS) mediante la ecuación $\text{EM} = 0,17 \times \text{DP} - 2,0$ (SCA, 1990). Esta es una estimación aproximada pero resulta útil en estudios con ganado extensivo (Ortega *et al.*, 1997; Callow *et al.*, 2000), dada la dificultad o imposibilidad de utilizar métodos más precisos.

Requerimientos nutricionales y valor pastoral

Se han estimado los requerimientos nutricionales del ganado vacuno y ovino a partir de las recomendaciones del National Research Council (NRC, 1985 y 1996), adaptado a las condiciones medias de los rebaños en los Puertos de Góriz. Los requerimientos se calcularon para vacas de carne adultas de 454 kg peso adulto y 4,5 kg de pico máximo de leche, en un rebaño medio con 60 % de las vacas en el 5º mes y 40 % en el 10º mes después del parto. Los requerimientos de las ovejas se estimaron para ovejas de 50 kg, en rebaños donde la mitad están en condiciones de mantenimiento y la otra mitad en las 15 primeras semanas de gestación (Aldezabal *et al.*, 1992). Los requerimientos así estimados se han comparado con los contenidos máximos durante el período vegetativo (junio a septiembre) y medios durante el período de pastoreo (julio a septiembre), de los diferentes nutrientes en las comunidades analizadas.

Para establecer una ordenación de las comunidades según su valor pastoral, hemos calculado el índice pastoral propuesto por Gómez-García *et al.* (2002b). El valor pastoral definido por este índice parte de la expresión: $\text{VP} = \text{PPNA} (\text{N} + \text{P}) \text{DP} / 10\,000$, siendo PPNA la producción primaria neta aérea de la comunidad expresada en g m⁻² año⁻¹, N y P las concentraciones de nitrógeno y fósforo expresadas en porcentaje de materia seca, y DP la digestibilidad potencial según la ecuación expresada anteriormente. El valor pastoral así definido suele variar entre 0 y 10, y representa una densidad de los nutrientes importantes para los herbívoros por unidad de superficie para una comunidad determinada. Es similar al concepto del “standing-N” (nitrógeno, u otro nutriente, en pie disponible para los herbívoros) (Bartolomé y Plaixats, 2004; Bailey, 2005), y no tiene la subjetividad de otros índices cualitativos como el de Daget-Poissonet (1971) (García-González *et al.*, 2003). Los datos de producción se tomaron de Aldezabal (1997) para las comunidades BE, NS, PI y FG. Para FE se promediaron los datos de García-González *et*

al. (2002) y de Negre *et al.* (1987) y para SP de Marinas *et al.* (2002). La producción de BN se calculó como media de BE y NS.

El factor (N+P)DP/10 000 puede definirse como índice de calidad (García-González *et al.*, 2003) y VP como valor pastoral potencial, ya que expresa la potencialidad de la comunidad para alimentar a los herbívoros. La expresión completa de VP incluye un índice de selección (Gómez-García *et al.*, 2002b; García-González *et al.*, 2003) que permite incorporar la preferencia real del herbívoro por la comunidad en cuestión. Este índice de selección es dependiente de la calidad y de la disponibilidad del pasto y debe ser estimado para una situación de pastoreo específica. En este estudio se ha omitido este último factor.

Análisis estadístico

Cada componente químico se ha analizado por separado. Se ha comprobado la normalidad de los datos mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. Para valorar, tanto el factor comunidad como el factor mes se han realizado ANOVAs de una vía. En los casos en que hubo diferencias significativas se hicieron test *a posteriori* de Newman-Keuls. Por otro lado, se realizó un análisis de Componentes Principales (ACP) para poner de manifiesto las posibles relaciones entre variables (componentes químicos) y casos (comunidad-mes). También se realizaron correlaciones lineales de Pearson entre las categorías vegetales y los componentes químicos.

RESULTADOS

Composición química y su variación temporal

En la Tabla 2 se expresan las concentraciones de los diferentes componentes químicos por comunidad y período de muestreo, y en la parte inferior de la tabla se exponen los resultados de la comparación de medias según estos factores (anovas de una vía). Excepto para el contenido en lignina, todos los componentes químicos muestran diferencias significativas entre comunidades. Las comunidades con mayor concentración en componentes de la fibra son *Festucion eskiae* y *Nardion strictae*, por lo que les corresponde una digestibilidad potencial menor (Tabla 2). *Nardion strictae* presenta diferencias significativas con el resto de comunidades ($P < 0,05$; test *a posteriori* de Newman-Keuls), excepto con *Primulion intricatae* y *Festucion eskiae*. La comunidad con un contenido en FND más bajo y una digestibilidad más alta es *Saponarienion caespitosae* (a pesar de tener el contenido en lignina más alto), seguida de *Bromion erecti*. *Primulion intricatae* tiene un valor de digestibilidad potencial relativamente bajo, a pesar de que tiene un contenido en proteína muy alto. Los valores medios de energía

metabolizable oscilan entre los 6,5 de *Nardion strictae* y los 8 MJ/kg MS de *Saponarienion caespitosae*. En cuanto a la proteína bruta, las comunidades con niveles más altos fueron *Primulion intricatae* y *Nardion strictae* siendo las más pobres *Festucion gautieri* y *Festucion eskiae*. Las dos primeras presentan diferencias significativas con el resto de comunidades ($P < 0,05$), pero no entre ellas.

Examinando cada mineral individualmente, se observa que la comunidad *Primulion intricatae* es la que presenta mayor concentración de P en promedio, seguida de *Festucion gautieri*, mientras que el valor mínimo corresponde a *Festucion eskiae*. Las diferencias entre *Primulion intricatae* y *Festucion eskiae* son significativas ($P < 0,01$). En cuanto al Ca, destaca principalmente la comunidad de *Saponarienion caespitosae* con valores muy elevados en comparación con el resto de las comunidades ($P < 0,001$), mostrando los valores más bajos las de carácter acidófilo como *Festucion eskiae* y *Nardion strictae*. La mayor concentración de Mg se ha obtenido en *Bromion erecti*, seguido de la comunidad mixta *Bromion-Nardion* y *Primulion intricatae*, encontrando una vez más el valor mínimo en *Festucion eskiae*. Las diferencias del contenido medio en Mg son significativas entre todas las comunidades excepto entre NS-FG, NS-SP, PI-SP, PI-BN, FG-SP y SP-BN. Por último, en el caso del K, los valores más altos corresponden a *Bromion-Nardion* y *Bromion erecti*, y los más bajos a *Festucion eskiae*, que presenta diferencias significativas con las dos primeras ($P \leq 0,05$).

Considerando todas las comunidades conjuntamente, los datos analíticos relativos a la fibra (FND, FAD y lignina), así como los valores estimados en DP y EM, no presentaron variaciones temporales significativas (Tabla 2). El contenido en FND muestra cierta tendencia general a aumentar a medida que avanza el período vegetativo, aunque en algunas comunidades la concentración en junio fue mayor que en julio. El contenido en FAD sigue un patrón de variación temporal similar al de FND. La lignina presenta una variación temporal distinta en cada comunidad, aunque las variaciones temporales son pequeñas. La variación estacional de la digestibilidad sigue el patrón de los componentes de la fibra y en general puede decirse que se mantiene relativamente constante durante el período vegetativo. Lo mismo puede decirse de la energía metabolizable.

La variación temporal del contenido en P, K y proteína bruta presenta diferencias significativas (Tabla 2). El contenido en proteína suele ser máximo el mes de junio en las parcelas de menor altitud (BE, NS y BN), pero en las parcelas más altas (Tabla 1), el máximo contenido en proteína se produce en el mes de julio (PI, FG, SP y FE). Lo mismo sucede con la variación temporal del contenido en P. Las concentraciones de K alcanzan su valor máximo en julio y las de Mg se mantienen más o menos constantes a lo largo de todo el período estival, o bien tienden a aumentar a final de verano (*Primulion intricatae* o *Bromion erecti*). Por último, la concentración de Ca no sigue un patrón de variación temporal similar en todas las comunidades muestreadas, sino que en cada una muestra máximos y mínimos en distintos meses.

TABLA 2

Composición química de las siete comunidades pascícolas supraforestales analizadas. Los datos están expresados en porcentajes de materia seca (MS), excepto la energía metabolizable (EM), que se expresa en MJ/kg MS.

Chemical composition of the studied supraforestral pasture communities. Data are expressed as dry matter percentage, except for metabolizable energy (EM) that are as MJ/kg of dry matter (MS).

Comun.	Mes	FND	FAD	LAD	DP	EM	PB	P	Ca	Mg	K
BE	Junio	59,7	30,3	9,8	56,3	7,6	15,4	0,20	1,40	0,20	1,60
BE	Julio	58,9	32,8	11,0	56,1	7,5	13,4	0,16	1,20	0,20	1,70
BE	Agosto	55,4	29,7	10,6	57,5	7,8	10,6	0,14	1,60	0,25	1,50
BE	Septiembre	61,4	33,2	10,2	56,2	7,6	10,6	0,12	1,20	0,22	1,00
	Media	58,8	31,5	10,4	56,5	7,6	12,5	0,16	1,35	0,22	1,45
NS	Junio	67,8	36,3	11,2	51,8	6,8	20,6	0,20	0,76	0,12	1,20
NS	Julio	72,8	42,5	12,9	48,8	6,3	15,9	0,14	0,60	0,12	1,40
NS	Agosto	71,9	35,2	10,8	49,0	6,3	13,9	0,08	0,89	0,13	0,84
NS	Septiembre	74,8	35,6	9,4	50,9	6,7	12,0	0,09	0,64	0,12	0,58
	Media	71,8	37,4	11,1	50,2	6,5	15,6	0,13	0,72	0,12	1,01
PI	Junio	69,1	31,4	10,3	49,5	6,4	17,3	0,24	0,79	0,12	1,10
PI	Julio	64,6	30,8	8,5	56,5	7,6	17,9	0,24	0,86	0,16	1,60
PI	Agosto	65,8	33,9	10,2	53,7	7,1	15,4	0,16	1,00	0,20	1,20
PI	Septiembre	66,5	33,2	10,7	51,6	6,8	13,5	0,15	1,20	0,19	0,80
	Media	66,5	32,3	9,9	52,8	7,0	16,0	0,20	0,96	0,17	1,18
FG	Junio	72,5	37,5	9,3	53,9	7,2	9,5	0,14	1,60	0,10	0,84
FG	Julio	63,0	34,0	9,2	57,8	7,8	10,4	0,18	1,90	0,12	1,10
FG	Agosto	64,4	34,7	8,3	59,6	8,1	10,1	0,18	1,30	0,14	1,00
FG	Septiembre	68,8	37,7	10,6	53,3	7,1	9,1	0,16	1,60	0,15	0,84
	Media	67,2	36,0	9,4	56,2	7,5	9,8	0,17	1,60	0,13	0,95
FE	Junio	81,3	44,4	10,6	49,8	6,5	9,9	0,08	0,30	0,07	0,56
FE	Julio	77,3	43,9	11,9	48,7	6,3	1,41	0,10	0,24	0,08	1,10
FE	Agosto	71,6	39,4	8,9	56,8	7,7	1,61	0,08	0,52	0,10	0,76
FE	Septiembre	73,4	42,7	9,4	56,3	7,6	6,8	0,06	0,30	0,07	0,68
	Media	75,9	42,6	10,2	52,9	7,0	9,9	0,08	0,34	0,08	0,78
SP	Junio	45,6	28,5	17,3	56,3	7,6	10,2	0,10	6,30	0,14	0,76
SP	Julio	47,5	26,8	11,3	60,4	8,3	12,8	0,13	2,80	0,15	1,30
SP	Agosto	44,5	26,4	12,6	61,0	8,4	9,9	0,08	3,80	0,18	1,30
SP	Septiembre	62,7	31,3	8,8	57,3	7,7	9,5	0,08	1,90	0,12	0,70
	Media	50,1	28,2	12,5	58,7	8,0	10,6	0,10	3,70	0,15	1,02
BN	Junio	69,0	36,1	10,6	52,3	6,9	13,9	0,23	0,92	0,14	1,60
BN	Julio	62,9	30,5	9,3	55,4	7,4	11,6	0,15	0,81	0,18	1,70
BN	Agosto	62,2	32,3	9,8	56,0	7,5	9,0	0,10	0,90	0,20	1,50
BN	Septiembre	63,3	33,3	8,1	60,0	8,2	8,2	0,10	1,00	0,18	1,00
	Media	64,3	33,1	9,4	55,9	7,5	10,7	0,15	0,91	0,18	1,45
Resultados ANOVA											
Comunidad		**	***	ns	**	**	**	**	***	***	*
Mes		ns	ns	ns	ns	ns	ns*	*	ns	ns	**

Nivel de significación: ns, no significativo; ns*, P<0,1; *, P<0,05; **, P<0,01; ***, P<0,001.

Abreviaciones de las comunidades como en la Tabla 1.

For community (comun.) abbreviations see Table 1.

ACP y correlaciones entre componentes químicos

En la Figura 1 se representan los resultados del análisis de componentes principales para las variables y los casos. El contenido en lignina se ha suprimido debido a que en un primer análisis se observó que esta variable absorbía muy poca varianza y por lo tanto contenía poca información para el análisis. Entre los dos primeros factores absorben un 74% de la varianza. El factor I representa un gradiente de fibra-digestibilidad. En el extremo negativo se disponen FND y FAD y en el positivo la digestibilidad potencial y el contenido en Ca y Mg. La asociación entre Ca y digestibilidad posiblemente es una consecuencia indirecta de su coincidencia en la comunidad de *Saponarienion caespitosae*, mas que una asociación real. El factor II separa en un extremo las comunidades con alto contenido en proteína bruta, P y K de las que no los tienen. Entre las primeras se encontrarían *Nardion strictae* y *Primulion intricatae*, especialmente durante los primeros muestreos. Los componentes de la fibra se asocian más con la comunidad de *Festucion eskiae* y los últimos muestreos (agosto y septiembre) de *Nardion strictae*. *Bromion erecti* (ME) se asocia con la parte positiva del factor I (digestibilidad, Ca y K) y con la negativa del factor II (Mg, P y proteína). La comunidad *Festucion gautieri* no muestra ninguna asociación particular.

El contenido en proteína, en P y en K están correlacionados positivamente entre sí ($P < 0,01$) y el contenido en Mg lo está con el de K ($P < 0,002$). FDN y FAD están correlacionadas positivamente entre sí ($P < 0,001$) y negativamente con los minerales (excepto con el P). El contenido en lignina está correlacionado inversamente con FND ($P < 0,04$) y contrariamente a lo observado habitualmente, la digestibilidad potencial muestra correlación inversa con la proteína ($P < 0,03$).

Relaciones entre componentes químicos y fracciones vegetales

En general hay un predominio de graminoides sobre dicotiledóneas en las comunidades estudiadas (Tabla 3). *Bromion erecti* es la comunidad que mantiene la relación más próxima a 1:1 y *Primulion intricatae* la que presenta un mayor predominio de gramíneas, si exceptuamos el caso de *Nardion strictae*, que experimenta un incremento espectacular de las gramíneas en septiembre. A finales de verano disminuye notablemente la cantidad de dicotiledóneas en todas las comunidades estudiadas.

La relación de materia viva a materia muerta o necromasa presenta un patrón de variación similar en todas las comunidades en las que se ha valorado (Tabla 3). Se produce un incremento de junio a julio, mostrando su valor máximo en julio. A partir de ese mes, la acumulación de materia muerta disminuye la relación, siendo este descenso de diferente magnitud en cada comunidad. *Bromion erecti* es la comunidad que en promedio presenta mayor proporción de materia viva durante el período vegetativo. En septiembre la necromasa es superior a la materia viva en las cuatro comunidades.

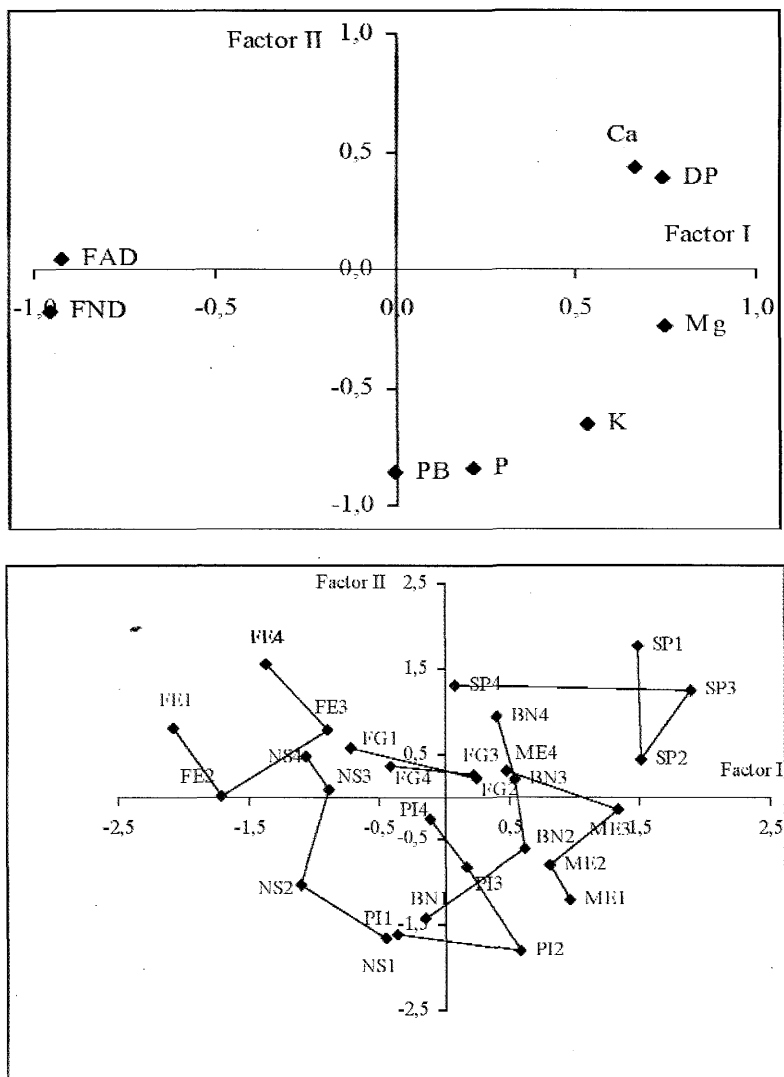


FIGURA 1

Proyección de las variables químicas y de los casos (comunidades-mes de muestreo) en el plano de los factores I y II del análisis de componentes principales. Abreviaciones de las comunidades vegetales como en la Tabla 1. Meses de muestreo: 1 = Junio; 2 = Julio; 3 = Agosto; 4 = Septiembre.

Chemical variables and cases (community- sampling month) projection on the plane of factors I and II of the principal components analysis. Community abbreviations are as in Table 1.

Sampling months: 1 = June; 2 = Julio; 3 = August; 4 = September.

TABLA 3

Proporciones de materia viva/necromasa y graminoides/dicotiledóneas en peso seco a lo largo del periodo de muestreo para cuatro de las comunidades consideradas.

Green/dead matter and graminoids/dicotyledonous species ratio throughout summer period for four of the considered communities.

	Graminoides/Dicotiledóneas				Materia Viva/Necromasa			
	NS	BE	PI	FG	NS	BE	PI	FG
Junio	0,88	0,85	1,36	5,52	1,58	1,41	0,42	0,51
Julio	1,86	1,10	2,00	1,33	3,95	6,26	1,49	2,17
Agosto	2,74	0,87	4,60	0,86	0,66	1,57	1,13	1,85
Septiembre	31,7	2,06	4,39	1,83	0,44	0,63	0,91	0,81

Abreviaciones como en Tabla 1

Abbreviations like in Table 1

TABLA 4

Coefficientes de correlación (r) y nivel de significación entre componentes químicos, fracciones vegetales y sus proporciones (N = 16)

Correlation coefficients (r) and significance level among chemical components and botanical fractions or their proportions (N = 16)

	Gramin	Dicot	Necrom.	Dico/Gram	Vivo/muerto
P	-0,09	0,38	-0,23	0,48 ^a	0,08
Ca	-0,13	0,23	-0,10	0,26	-0,02
Mg	0,08	0,24	-0,22	0,25	0,15
K	0,36	0,73***	-0,73***	0,60**	0,64**
PB	0,12	0,14	-0,16	0,16	0,11
FND	-0,01	-0,64**	0,47 ^a	-0,65**	-0,33
FAD	0,35	-0,15	-0,07	-0,34	0,14
Celulosa	0,27	-0,22	0,02	-0,38	0,00
LAD	0,33	0,13	-0,27	0,00	0,39
Hemicelulosa	-0,31	-0,77***	0,73***	-0,63**	-0,58*
DP	0,00	0,52*	-0,38	0,50*	0,18

Nivel de significación: ns, no significativo; ^a, P=0,06; *, P<0,05; **, P<0,01; ***, P<0,001.

La proporción de dicotiledóneas se asocia positivamente con un aumento del contenido en P, K y digestibilidad potencial, y negativamente con el contenido en FND y hemicelulosa en las muestras analizadas (Tabla 4). A mayor proporción de necromasa disminuye el contenido en K y aumenta la FND y la hemicelulosa. La relación

vivo/necromasa también se relaciona positivamente con la DP estimada siempre que no supere la proporción de 2 a 1 ($P = 0,004$; $n = 14$, excluyendo los valores 3,95 y 6,26).

Requerimientos y valor pastoral

En la Figura 2 se resumen los valores medios (durante el período de pastoreo) y máximos (absolutos), de los componentes químicos y energía metabolizable estimada de cada comunidad vegetal, como múltiplos de los requerimientos nutricionales de vacas y ovejas. Como puede observarse, todas las comunidades cubren las necesidades mínimas en proteína bruta de vacas y ovejas, sin embargo, la mayor parte de comunidades no llega a cubrir las necesidades en energía metabolizable. Solo *Bromion erecti* y *Saponarienion caespitosae* alcanzan escasamente las necesidades en EM del ganado vacuno. El contenido en P es también deficitario en la mayoría de los pastos analizados, excepto en *Primulion intricatae* y en *Festucion gautieri* para las vacas. En *Bromion erecti*, *Nardion strictae* y *Bromion-Nardion* el contenido máximo en P cubriría las necesidades de vacas y ovejas, pero en estas comunidades este pico se da en junio (Tabla 2), fuera del período de pastoreo estival. Los contenidos en Ca y K son excedentarios en todas las comunidades, mientras que los de Mg son deficitarios en *Nardion strictae*, *Festucion eskiae*, *F. gautieri* y muy escasos en *Saponarienion caespitosae*.

En la Tabla 5 se exponen los índices de calidad y valores pastorales calculados para las comunidades pascícolas consideradas, ordenadas de mayor a menor. La comunidad de mayor valor pastoral potencial es *Nardion strictae* y la de menor *Saponarienion caespitosae*. Si consideramos solo el índice de calidad, la comunidad de mayor interés potencial para los herbívoros sería *Primulion intricatae* y la de menor *Festucion eskiae*.

TABLA 5

Valores medios del Índice de Calidad y Valor pastoral de las comunidades del Puerto de Góriz analizadas en este estudio.

Mean values of Quality Index and Pastoral Value of the Góriz Range grassland communities studied.

Comun.	Producción (g*m ⁻² *año ⁻¹)	N	P	Digest. Potencial	Ind. Calidad	Valor Pastoral
NS	601	2,5	0,13	50,2	1,3	7,9
BE	499	2,0	0,16	56,5	1,2	6,1
BN	550	1,7	0,15	55,9	1,0	5,7
PI	377	2,6	0,20	52,8	1,5	5,5
FE	545	1,6	0,08	52,9	0,9	4,8
FG	167	1,6	0,17	56,2	1,0	1,6
SP	124	1,7	0,10	58,7	1,1	1,3

Para abreviaturas y definiciones ver Material y Métodos

For abbreviations and definitions see Material and Methods

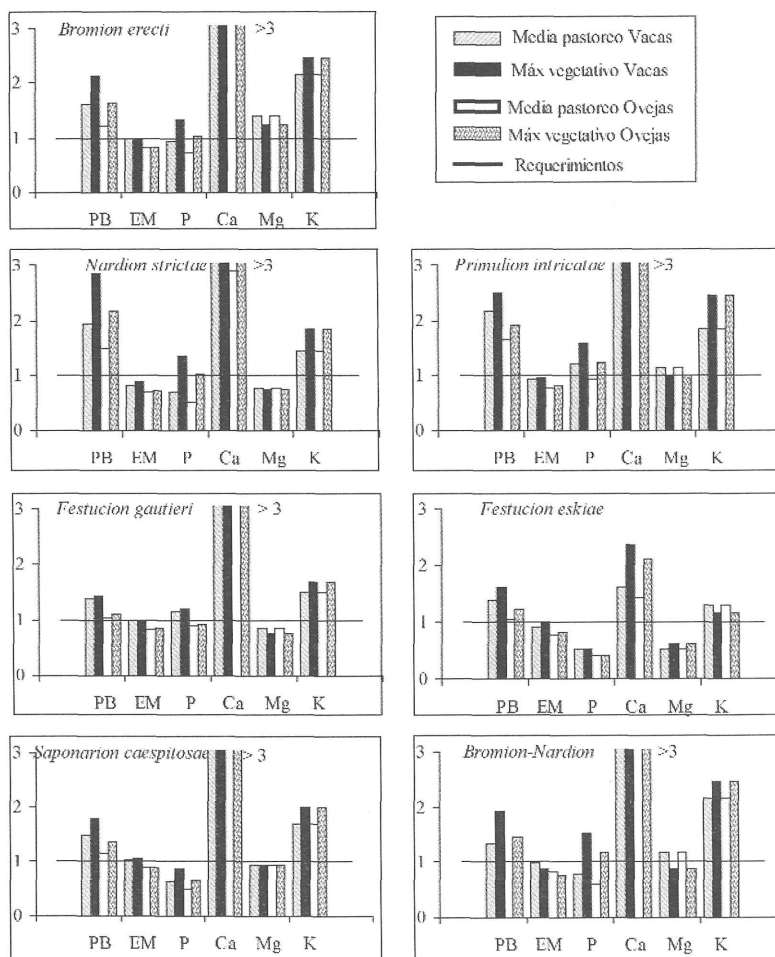


FIGURA 2

Valores medios durante el período de pastoreo (julio a septiembre) y máximos durante el período vegetativo (junio a septiembre) de los diferentes nutrientes (proteína bruta, energía metabolizable y macrominerales) en cada comunidad pascícola, expresados en unidades de los requerimientos nutricionales para vacas y para ovejas

Mean values during grazing period (July to September) and maximum values during vegetative period (June to September) of the different chemical components (crude protein, metabolizable energy and macromineral) in each pasture community, expressed as units of cows and sheep nutritional requirements.

DISCUSIÓN

Composición química de las comunidades

Los estudios sobre la composición química de las comunidades de la alta montaña pirenaica son escasos (Ferrer *et al.*, 1991; Canals y Sebastià, 1993; Gómez *et al.*, 1997). De entre la información encontrada, hemos extraído los datos de aquellos trabajos que por su metodología podían ser comparados con los del presente estudio (Tabla 6).

Para la comunidad de *Bromion erecti* y período de muestreo comparable (BE2), nuestros valores son más altos para la fibra y más bajos para los relacionados con la calidad (DP, EM, PB, P y Mg). El valor para el K es similar. En la comunidad de *Festucion gautieri* también los contenidos en fibra son más altos en Góriz para períodos comparables (FG2 y FG3) y consecuentemente DP y EM son más bajas. Los contenidos en proteína y macrominerales son similares, aunque el nivel de P es algo más alto en nuestro caso. Para *Festucion eskiae* de nuevo los contenidos en fibra son bastante más altos en nuestro estudio y DP y EM bastante más bajos. El contenido proteico es similar en julio y mayor en Góriz en agosto. Los contenidos en Ca y Mg son más bajos en nuestro caso, como corresponde a comunidades calcífugas (Larcher, 1995). Como se muestra en los datos de Negre *et al.* (1987), esta comunidad presenta dos componentes estructurales bien diferenciados espacialmente. El componente vertical (formado mayoritariamente por *F. eskia*) es de escaso valor nutritivo, mientras que el horizontal, formado principalmente por otras herbáceas (*Trifolium alpinum*, *Plantago alpina*) posee alta calidad (García-González *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 1997). La proporción de cada componente que se incorpore al valorar esta comunidad, determinará su valor nutritivo total. Algo similar sucede en la comunidad de *Nardion strictae*, en donde *T. alpinum* (alta calidad) se entremezcla, o aparece en mosaico, con las macollas de *Nardus stricta* de muy baja calidad. En la comparación de esta última comunidad con los datos de otros autores, se mantienen las tendencias señaladas anteriormente en cuanto a un mayor porcentaje en fibra y menor energía y digestibilidad en las muestras de Góriz. Sin embargo, los valores de proteína bruta son mayores en nuestro caso.

En general, el contenido en FND de las comunidades muestreadas en este estudio es más alto que el encontrado en la bibliografía y debido a esto la DP y EM estimadas son menores a la de otros autores (Tabla 6). Este alto contenido en FND podría deberse a haber incluido la necromasa en las muestras recolectadas y analizadas, ya que, como se ha dicho, existe una correlación positiva entre ambas variables (Tabla 4). Los niveles de lignina también son más altos en nuestro caso (Tabla 5), pero su efecto sobre la DP es indirecto. Así por ejemplo, *Saponarion* con la DP estimada más alta tiene también un nivel alto en lignina, pero su FND es el más bajo. Sin embargo, *F. gautieri* también con

una digestibilidad relativamente alta tiene el contenido en lignina más bajo, pero su FND es de valores medios. De hecho, FND y lignina se correlacionan inversamente y la primera parece que ejerce mayor peso en la ecuación de Van Soest que la segunda (ver Material y Métodos).

TABLA 6

Revisión bibliográfica de la composición química de cuatro comunidades pascícolas del Pirineo aragonés y fecha de muestreo.

Chemical composition bibliographical review of four Pyrenean pasture communities.

	Mes	FND	FAD	LAD	DP	EM	PB	P	Ca	Mg	K
<i>Bromion erecti</i>		%	%	%	%		%	%	%	%	%
Ferrer <i>et al.</i> (1991)a	15JN-15JL	55,7	31,4	6,3	68,2	9,59	15,9	0,23	0,99	0,20	1,72
Ferrer <i>et al.</i> (1991)b	15JN-15JL	55,4	33,8	6,7	68,5	9,64	13,9	0,18	1,28	0,23	1,31
Sánchez (2004)	22JN	60,3	30,2	7,0	62,7	8,65	15,0	0,17	0,85	0,18	2,34
<i>Festucion gautieri</i>											
Ferrer <i>et al.</i> (1991)	15JN-15JL	60,3	37,2	9,8	60,1	8,2	12,5	0,16	1,86	0,18	1,04
Marinas <i>et al.</i> (2002)	1AG	62,5	34,1	7,1	64,3	8,9	8,4	0,07	1,26	0,13	1,19
<i>Festucion eskiae</i>											
Ferrer <i>et al.</i> (1991)	15JN-15JL	63,2	37,5	7,1	65,5	9,1	11,1	0,14	0,96	0,17	0,90
Bas (1993)	22JL-14AG	67,8	39,2	7,2	63,8	8,8	8,1				
Negre <i>et al.</i> (1987)c	24JL-21AG	68,9	38,5	5,9	67,7	9,5	8,8				
Negre <i>et al.</i> (1987)d	24JL-21AG	34,3	29,0	8,0	76,0	10,9	17,8				
<i>Nardion strictae</i>											
Ferrer <i>et al.</i> (1991)e	15JN-15JL	61,9	29,7	4,3	71,8	10,2	15,0	0,17	0,93	0,14	1,26
Ferrer <i>et al.</i> (1991)f	15JN-15JL	58,5	33,2	7,2	65,2	9,1	14,3	0,15	1,70	0,20	0,91
Sánchez (2004)	22JN	71,2	34,6	6,2	62,6	8,6	12,1	0,13	0,40	0,13	1,38
Bas (1993)	22JL-14AG	65,2	36,6	5,5	69,6	9,8	11,6				
Fanlo <i>et al.</i> (2000)g	JN-OC	51,8	32,1	7,3	68,0	9,6	13,0	0,18			
Fanlo <i>et al.</i> (2000)h	JN-OC	56,4	37,2	9,9	62,4	8,6	11,0	0,12			

Todas las variables están expresadas en % de MS, excepto EM en MJ/kg MS. Digestibilidad potencial (DP) y energía metabolizable (EM) han sido elaboradas a partir de los datos originales mediante las ecuaciones expuestas en Material y Métodos. Mes de muestreo: JN = junio, JL = julio, AG = agosto, OC = octubre; a = Pastos de *Festuca nigrescens* y *Trifolium repens*, b = Pastos de *Festuca nigrescens* y *Anthoxanthum odoratum*, c = zona vertical (*Festuca eskia*) y d = zona horizontal (otras especies), e = Pastos de *Nardus stricta* y *Selynum pyrenaicum*, f = Pastos de *Nardus stricta* y *Trifolium alpinum*, g = alta carga ganadera, h = baja carga ganadera.

All variables are expressed as dry matter percentage (MS) except for EM which is as MJ/kg MS. Potential digestibility (DP) and metabolizable energy (EM) have been calculated from the original data by means of the equations given at Material and Methods section. Sampling months: JN = June, JL = July, AG = August, OC = October; a = Festuca nigrescens y Trifolium repens pastures, b = Festuca nigrescens y Anthoxanthum odoratum pastures, c = vertical zone (Festuca eskia), d = horizontal zone (other species), e = Nardus stricta y Selynum pyrenaicum pastures, f = Nardus stricta y Trifolium alpinum pastures, g = high stock density, h = low stock density.

Los altos valores en Ca encontrados para *Saponarienion caespitosae* y *Festucion gautieri* pueden ser debidos a que estas comunidades, instaladas en crestas, laderas erosionadas y afloramientos rocosos calizos, están en mucha ocasiones en contacto casi directo con la roca madre, rica en CaCO_3 , contando con una mayor disponibilidad de Ca en comparación al resto de las comunidades (Larcher, 1995; Badía *et al.*, 2002).

Variación temporal de la composición química

Los valores estimados para la digestibilidad y energía metabolizable se mantuvieron con pocas variaciones durante el período vegetativo, sin embargo el contenido en PB presentó un máximo en junio o julio, descendiendo rápidamente después. Minson (1990) señala también un sostenimiento de los valores de digestibilidad durante la época de crecimiento y semanas posteriores (“plateau”), que podría deberse al valor constante de los carbohidratos solubles. El mantenimiento temporal relativo de los valores de DP y EM es destacable, pues permite a los herbívoros disponer de un suministro de energía constante (aunque bajo), durante todo el período de pastoreo. Esta tendencia ha sido observada también a nivel de especie vegetal (Marinas y García-González, 2006) y en comunidades de puerto similares a las del presente estudio en el Pirineo oriental (Canals y Sebastiá, 1993).

Los altos niveles en proteína, fósforo y potasio durante la fase de crecimiento y el brusco descenso posterior, es un hecho bien conocido, tanto en praderas cultivadas (Osoro, 1990; González, 1993) como en pastos autóctonos (Minson, 1990). El retraso de las parcelas más altas para alcanzar este máximo (normalmente en julio), se debe al retraso fenológico que experimenta la vegetación con la altitud en la alta montaña (García-González *et al.*, 1990).

Relaciones entre componentes químicos

Contrariamente a lo observado habitualmente (Minson, 1990), los datos obtenidos en este estudio muestran una correlación inversa entre la digestibilidad estimada (DP) y la proteína bruta (PB). Como se ha señalado anteriormente, mientras que la proteína desciende significativamente con el tiempo (Tabla 2), la digestibilidad no varía o incluso aumenta ligeramente en promedio. Probablemente la DP aumenta de junio a julio porque aumenta la proporción de dicotiledóneas y de materia viva, con las que se correlaciona positivamente (al menos en cuatro de las comunidades). El mantenimiento de los niveles de DP en agosto, podría ser consecuencia de este efecto “plateau” mencionado anteriormente (Minson, 1990).

Una de las comunidades que más influye en la correlación inversa entre PB y DP es *Nardion strictae*. Esta comunidad tiene alta concentración proteica, alto contenido en

fibra y baja digestibilidad. Esto es debido a que las especies dicotiledóneas presentes en esta comunidad, tales como *Trifolium alpinum*, *Lotus alpinus* o *Galium verum*, tienen altos valores en proteína y lignina (Marinas y García-González, 2006), relacionando negativa y significativamente a la digestibilidad con la proteína. En la figura 1, podemos observar que *Nardion strictae* está más relacionado al principio del verano con la proteína y conforme avanza el período vegetativo se relaciona más con la fibra.

Relaciones entre componentes químicos y fracciones vegetales

Una consecuencia de los cambios recientes producidos en la cabaña ganadera, es que los puertos estivales experimentan en general una disminución de su carga herbívora. Este defecto de carga suele conducir a una acumulación de materia muerta en comunidades poco apetecibles y, a largo plazo, a la sustitución de especies vegetales (Bascompte y Rodríguez, 2000). La acumulación de necromasa produce también cambios en la composición química de la hierba como puede deducirse de la Tabla 4. El aumento de necromasa se correlaciona positivamente con el contenido en FND y en hemicelulosa, indicando esto último que la mayor parte de esta necromasa está formada por gramíneas secas. Este aumento de necromasa debería repercutir negativamente en la digestibilidad, aunque la relación no llega a ser significativa, llegando a serlo cuando la proporción de materia verde (viva) no es superior al doble de la muerta. En el presente trabajo (Tabla 4), la proporción de dicotiledóneas está más asociada con la digestibilidad potencial e inversamente con el contenido en FND (Gordon, 1989).

Una mayor proporción de dicotiledóneas conduce a un aumento del contenido en P y sobretodo del K. Según Chapin III *et al.* (1975) las dicotiledóneas se caracterizan por un mayor contenido en K, Ca y Mg. El contenido en proteína bruta no ha mostrado ninguna relación particular con ninguna de las fracciones vegetales consideradas. Cabría esperar que hubiera una relación directa entre el contenido en proteína bruta y la relación dicotiledóneas/graminoides (Gordon, 1989; Van Soest, 1994). Sin embargo no es así. Ello podría ser debido a que muchas gramíneas de alta montaña poseen altos niveles en proteína, especialmente al inicio del período vegetativo (Marinas y García-González, 2006). El contenido en PB parece más asociado con los cambios fenológicos que con la composición florística (Mattson, 1980).

Tal y como se describe en Aldezabal *et al.* (1996), la mayor diferencia en la cantidad de biomasa aérea ocurre entre el primer muestreo (junio) y el resto, deduciendo que de junio a julio es cuando más aumenta la biomasa y es más notable el crecimiento vegetal (la tasa de producción o crecimiento relativo más elevada) en todas las comunidades. Se puede confirmar que las mayores concentraciones de N y P coinciden con este período de crecimiento rápido, cuando aún la mayoría de las especies vegetales componentes de

la comunidad están en proceso de desarrollo y producen tejidos vegetales jóvenes y ricos en nutrientes. Por el contrario, el pico máximo de crecimiento de la biomasa de las comunidades (Aldezabal *et al.*, 1996) no coincide en general con la época de mayor valor nutritivo del forraje. Gómez *et al.* (1997) encontraron que la máxima acumulación de concentración de N y P coincidía con el pico máximo de crecimiento de la biomasa únicamente en el caso del *Bromion erecti*. Este resultado es diferente al que llegaron Sundriyal y Joshi (1992), según los cuales los nutrientes se acumulaban en cantidades más elevadas cuando las condiciones de crecimiento eran las más apropiadas.

La búsqueda de relaciones entre la calidad nutritiva y los componentes vegetales del pasto, puede ayudar a predecir su valor nutritivo a nivel de comunidad de forma bastante fiable, siempre y cuando se obtengan regresiones con gran poder predictivo. Así por ejemplo Haferkamp *et al.* (2005) obtienen una ecuación para predecir el contenido en N del pasto a partir de la proporción de necromasa y los días-grado de crecimiento acumulado mediante un modelo de regresión múltiple. Aunque en nuestro estudio no hayamos obtenido unos ajustes muy altos, sugerimos seguir investigando posibles alternativas (por ejemplo, realizar el análisis químico del material vivo y muerto por separado o incorporar variables climáticas) que permitan extrapolar o predecir el valor nutritivo de forma objetiva y rápida.

Requerimientos nutricionales

Los estándares nutricionales de la bibliografía habitualmente utilizada (NRC, 1985; 1996; INRA, 1988), están calculados para animales de razas mejoradas, de los que se espera niveles de producción medios o altos. Quizás esta situación no sea la más adecuada para ser aplicada al ganado extensivo en zonas abruptas (lo cual requiere cierta rusticidad) y en donde además de una finalidad productiva, cumple también una función de conservación del paisaje (PNOMP, 1995). Por ello, cabe pensar, que los requerimientos nutricionales estándar podrían estar sobrevalorados respecto a una situación de pastoreo extensivo. Además, existen variaciones individuales y raciales que no son tenidos en cuenta en una situación de pastoreo extensivo. Los requerimientos estándar presuponen un nivel de consumo y absorción constantes y estos factores dependen de la digestibilidad y de la tasa de tránsito del alimento en el tubo digestivo (Bokdam y Wallis de Vries, 1992). Por todo ello, este análisis tiene solo un carácter aproximativo, aunque puede ser útil en términos comparativos.

Asumiendo las limitaciones anteriores, vemos que los pastos supraforestales pirenaicos cubrirían en general las necesidades en proteína bruta y en algunos macrominerales. Sin embargo, parecen deficitarios en energía, como ha sido señalado por otros autores (Ferrer *et al.*, 1991; Casasús *et al.*, 1999). Los valores medios estimados en EM de las comunidades analizadas oscilan entre 6,5 y 8 MJ/kg MS, frente

a los 7,8 y 9,2 MJ/kg MS necesarios, según los estándares nutricionales, para vacas y ovejas respectivamente (NRC, 1985; 1996). Casasús *et al.* (1999) estiman en 6,7 MJ/kg MS el contenido en EM de los pastos pirenaicos.

Podría ser, sin embargo, que nuestras estimaciones de EM estuvieran infravaloradas. Los valores de digestibilidad potencial calculados mediante la ecuación de Van Soest (ver Material y Métodos), suelen ser más bajos que los estimados mediante otros métodos más precisos (Marinas *et al.*, 2003). Consecuentemente la EM también sería más baja de lo real. Debe tenerse en cuenta además, que al haber incluido la necromasa en nuestras muestras, la DP y la EM resultan más bajas (Tabla 4). La cantidad de necromasa sería nula o muy baja en una situación de pastoreo continuado o intenso. Por otra parte, los requerimientos estándar del NRC (1985), están calculados para ovejas con un peso vivo mínimo de 50 kg, mientras que las que pastan en los puertos de Góriz tiene pesos menores (Choquecallata *et al.*, 1996). Boaz *et al.* (1975) recomiendan niveles de 5,9 MJ/kg MS de EM para ovejas Blackface de 50 kg en zonas montañosas de Escocia. Obviamente, el gasto energético depende también del nivel de actividad de los animales en puerto y las ovejas de nuestra área de estudio invierten más de un tercio de su tiempo diurno en desplazamiento (Aldezabal *et al.*, 1999), por lo que su gasto energético podría ser mayor.

Todas las comunidades parecen deficientes en P excepto *Primulion intricatae* y *Festucion gautieri* para las vacas, pero esta última normalmente no es utilizada por este ganado (García-González *et al.*, 1991; Aldezabal, 1997). *Primulion intricatae* es una comunidad de pastos de elevada altitud, frecuentada por ovejas y sarrios y muy valorada por los pastores. Las comunidades de sustrato ácido (*Nardion strictae*, *Festucion eskiae*) o de suelos pobres en nutrientes (*Festucion gautieri*, *Saponarienion caespitosae*), tienen un contenido en Mg insuficiente para cubrir las necesidades de los rumiantes, contrariamente a las de sustrato básico (*Bromion erecti*, *Primulion intricatae*). Durante el período de pastoreo las concentraciones en Mg aumentan ligeramente ya que este tiende a acumularse durante el período de crecimiento (Tabla 2). Los niveles de K son suficientemente altos en todas las comunidades como para cubrir las necesidades de los rumiantes y no son tan altos como para reducir la absorción del Mg (Minson, 1990). El Ca se encuentra en exceso en todas las comunidades y en algunas muy calcícolas (BE, FG, SP), los niveles son particularmente altos.

Valor pastoral

La variabilidad de la digestibilidad en los pastos estudiados es muy baja (coeficiente de variación CV = 0,06), por lo que el contenido en N (CV = 0,23) y la producción (CV = 0,52) son los factores que determinan en mayor grado la importancia de VP. Altos valores de estos dos últimos factores coinciden en la comunidad de *Nardion strictae*, por

lo que resulta la comunidad con mayor valor pastoral (Tabla 5). Sin embargo, esta alta valoración parece no corresponderse con apreciaciones empíricas, ni con datos bibliográficos (Ferrer *et al.*, 1991; Gómez *et al.*, 1997; Gañán *et al.*, 2003; Gartzia *et al.*, 2005). El contenido en proteína bruta sí podría corresponderse con altos valores, sobre todo a principios de verano, ya que esta comunidad, además de *Nardus strictae* de baja calidad, suele contener una alta proporción de *Agrostis capillaris* y *Trifolium alpinum*, especies de alto contenido en N (García-González *et al.*, 2004; Marinas y García-González, 2006). Sin embargo la producción de esta comunidad, estimada para Ordesa (Aldezabal, 1997) podría estar sobrevalorada. Si se aplicaran valores mas generales de producción (García-González *et al.*, 2002) esta se reduciría a la mitad y el VP sería de 5,6. En ese caso *Bromion erecti* pasaría a ser la comunidad más valorada lo cual se corresponde mejor con los datos bibliográficos y las conclusiones del apartado anterior.

Desde el punto de vista de la calidad, *Primulion intricatae* es la comunidad con más alta valoración (Tabla 5). A pesar de que su digestibilidad es baja, su contenido en N y P son los más altos, siendo la única comunidad que alcanza a cubrir las necesidades de los rumiantes en este último elemento (Figura 2). Es también de las pocas comunidades ricas en Mg. Al no ser demasiado elevado su nivel de producción, su valor pastoral potencial adquiere valores intermedios. Potencialmente, los valores pastorales más bajos son para *Festucion gautieri* y *Saponarionion caespitosae* comunidades de muy baja producción.

CONCLUSIONES

Las dificultades de muestrear comunidades pascícolas en alta montaña (difícil acceso, vastas superficies), hizo que el número de muestras analizadas en el presente estudio no fuera muy alto, por lo que cabe aceptar los datos expuestos como una primera aproximación al valor nutritivo de estas comunidades. Sin embargo, los resultados obtenidos son coherentes con los conocimientos generales sobre composición química del pasto y concordantes con otros estudios particulares realizados en los Pirineos. Las principales conclusiones que pueden deducirse son:

a) *Primulion intricatae* y *Nardion strictae* tienen los valores de proteína bruta (PB) más altos pero su digestibilidad potencial (DP) y energía metabolizable (EM) estimadas son los más bajos. Los valores en PB más bajos son para *Festucion gautieri* y *Festucion eskiae* y la DP y EM más altos, para *Saponarionion caespitosae* y *Bromion erecti*.

b) DP y EM estimadas se mantienen relativamente constantes durante el período vegetativo, sin embargo el contenido en PB y P presenta un máximo en junio (comunidades de baja altitud) o julio (comunidades altas), descendiendo rápidamente después.

c) La proporción de dicotiledóneas se asocia positivamente con un aumento del contenido en P, K y DP, y negativamente con el contenido en FND y hemicelulosa en las muestras analizadas. A mayor proporción de necromasa disminuye el contenido en K y aumenta la FND y la hemicelulosa. La relación vivo/necromasa se relaciona positivamente con la DP siempre que no supere la proporción de 2 a 1. *Bromion erecti* es la comunidad con mayor proporción de dicotiledóneas en promedio y menor cantidad de necromasa

d) En general, el contenido en FND de las comunidades muestreadas en Ordesa es más alto que el encontrado en la bibliografía y debido a esto la DP y EM estimadas son menores a la de otros autores. Este alto contenido en FND podría deberse a haber incluido la necromasa en las muestras recolectadas y analizadas,

e) Aplicando los estándares nutricionales habituales en producción animal a nuestra situación de pastoreo extensivo, las comunidades estudiadas cubrirían las necesidades de vacas y ovejas en proteína bruta, Ca, K y parcialmente en Mg, sin embargo, parecen deficitarias en EM y P. El contenido en EM podría estar subestimado y las necesidades en EM sobreestimadas para las ovejas.

f) La tendencia general observada en nuestros datos consiste en que las comunidades afines a sustratos calizos y de carácter mesófilo (como *Bromion erecti* y *Primulion intricatae*), poseen mayor valor nutritivo que las acidófilas (*Nardion strictae* y *Festucion eskiae*), coincidiendo con lo descrito por otros autores en zonas pirenaicas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos REN2002-03827 del Plan Nacional I+D+I y 059/2002 del Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Agradecemos los comentarios realizados por los Drs. Federico Fillat y Daniel Gómez, así como las de tres revisores anónimos, que contribuyeron a mejorar la primera versión del manuscrito. Dos de los autores (A.A. e I.G.) disfrutaron de sendas becas del Gobierno Vasco durante las primeras fases de elaboración del estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUTIS, M.; COSTA, G., 1994. Example d'utilisation de l'analyse de la structure de la couverte herbacée sur un pâturage pour la détermination de sa valeur agronomique. *REU Technical Series*, **30**, 33-39.
- ALDEZABAL, A.; BAS, J.; FILLAT, F.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GARIN, I.; GÓMEZ, D.; SANZ, J.L., 1992. *Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Informe inédito. CSIC-ICONA. Jaca. Huesca (España).

- ALDEZABAL, A.; GARIN, I.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 1996. Comparación de varios métodos para la estima de la producción primaria aérea en comunidades herbáceas subalpinas del Pirineo Central. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de SEEP*, 167-172. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. La Rioja (España).
- ALDEZABAL, A., 1997. *Análisis de la interacción vegetación-grandes herbívoros en las comunidades supraforestales del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Pirineo Central, Aragón)*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco. País Vasco (España).
- ALDEZABAL, A.; GARIN, I.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R., 1999. Activity rhythms and the influence of some environmental variables on summer ungulate behaviour in Ordesa-Monte Perdido National Park. *Pirineos*, **153-154**, 145-157.
- ANDRIGHETTO, I.; COZZI, G.; BERZAGHI, P.; ZANCAN, M., 1993. Avoidance of degradation of alpine pasture through grazing management: investigations of change in vegetation nutrition characteristics as a consequence of sheep grazing at different periods of the growing season. *Land Degradation & Rehabilitation*, **4**, 37-43.
- ANSORENA, J.; ECHARRI, R.; HERNANI, J., 1995. Nota sobre determinación de N, P, Ca, Mg, y K, tras digestión simultánea, en pequeñas cantidades de muestra de origen vegetal y animal. *Investigación Agraria: Prod. Prot. Veg.*, **10**, 301-309.
- AUGUSTINE, D.J.; MCNAUGHTON, S.J., 1998. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: herbivore selectivity and plant tolerance. *Journal of Wildlife Management*, **62**, 1165-1183.
- BADÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARTÍ, C., 2002. Clasificación de suelos en pastos alpinos de Aísa y Ordesa (Pirineo Central). *Edafología*, **9**, 11-22.
- BAILEY, D.W., 2005. Identification and Creation of Optimum Habitat Conditions for Livestock. *Rangeland Ecology & Management*, **58**, 109-118.
- BALCELLS, E., 1985. Ordesa-Viñamala. *Monografías ICONA*, **35**, 1-127.
- BARTOLOMÉ, J.; PLAIXAT, J., 2004. Perspectives of heathland-pastures in the Montseny Natural Park, Spain. *Options méditerranéennes*, **62**, 307-310.
- BAS, J., 1993. *Les pastures supraforestals a la Vall Ferrera i la Vall de Cardós (Pallars Sobirà)*. Valoració de la capacitat ramadera de les pastures de Lladorre. Proyecto Final de Carrera. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida. Universitat de Lleida. Lleida (España).
- BASCOMPTE, J.; RODRÍGUEZ, M.A., 2000. Self-disturbance as a source of spatiotemporal heterogeneity: the case of the tallgrass prairie. *Journal of Theoretical Biology*, **204**, 153-164.
- BOAZ, T.G.; FORBES, J.M.; KILKENNY, J.B.; MUDD, C.H.; ROBINSON, J.J.; RUSSEL, A.J.F.; TREACHER, T.T., 1975. *Nutrición de las ovejas*. Editorial Acirbia, 81 pp. Zaragoza (España).
- BOKDAM, J.; WALLIS DE VRIES, M.F., 1992. Forage quality as a limiting factor for cattle grazing in isolated dutch Nature Reserves. *Conservation Biology*, **6**, 399-408.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1948. *La Végétation Alpine des Pyrénées Orientales*. C.S.I.C., 306 pp. Barcelona (España).
- BRISKE, D.D.; RICHARDS, J.H., 1994. Physiological responses of individual plants to grazing: current status and ecological significance. En: *Ecological implications of livestock herbivory in the West*, 146-176. Ed. M. VAVRA, W.A. LAYCOCK, R.D. PIEPER. Society for Range Management. Denver (EEUU).
- CALLOW, M.N.; MICHELL, P.; BAKER, J.E.; HOUGH, G.M., 2000. The effect of defoliation practice in Western Australia on tiller development of annual ryegrass (*Lolium rigidum*) and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and its association with forage quality. *Grass and Forage Science*, **55**, 232-241.

- CANALS, R.M.; SEBASTIÁ, M.T., 1993. Variación temporal de la calidad nutritiva de comunidades pascícolas pirenaicas. *Actas XXXIII Reunión Científica de la SEEP*, 493-501. Diputación Provincial de Ciudad Real. Ciudad Real (España).
- CASASÚS, I.; VILLALBA, D.; BLANCH, M.; SANZ, A.; FERRER, R.; REVILLA, R., 1999. Cattle and sheep performance during summer grazing on high mountain ranges in extensive production systems. *Options méditerranéennes*, **B-27**, 235-244.
- CEBRIÁN, J.; DUARTE, C.M., 1994. The dependence of herbivory on growth rate in natural plant communities. *Functional Ecology*, **8**, 518-525.
- CHAPIN III, F.S.; CLEVE, K.V.; TIESZEN, L., 1975. Seasonal nutrient dynamics of tundra vegetation at barrow, Alaska. *Arctic and Alpine Research*, **7**, 209-226.
- CHOQUECALLATA, J.; CASASÚS, I.; BERGUA, A.; VILLALBA, D.; BLANCH, M.; REVILLA, R., 1996. Variación de peso y condición corporal en ovejas de raza Churra Tensina durante el pastoreo de verano en puertos de Alta Montaña. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 403-406. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. La Rioja (España).
- DAGET, P.; POISSONET, J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. *Annales Agronomiques*, **22**, 5-41.
- DEL BARRIO, G.; CREUS, J.; PUIGDEFABREGAS, J., 1990. Thermal seasonality of the high mountain belts of the Pyrenees. *Mountain Research and Development*, **10**, 227-233.
- DOLEK, M.; GEYER, A., 2002. Conserving biodiversity on calcareous grasslands in the Franconian Jura by grazing: a comprehensive approach. *Biological Conservation*, **104**, 351-360.
- FANLO, R.; GARCÍA, A.; SANUY, D., 2000. Influencia de los cambios de la carga ganadera sobre los pastos de *Nardus stricta* en el PN de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (Lleida). *Actas de la XL Reunión Científica de las SEEP*, 117-120. Xunta de Galicia. Bragança - A Coruña - Lugo (Portugal - España).
- FERRER, C., 1981. *Estudio geológico, edáfico y fitoecológico de la zona de pastos del Valle de Tena (Huesca)*. Institución Fernando el Católico (CSIC), 304 pp. Zaragoza (España).
- FERRER, C.; ASCASO, J.; MAESTRO, M.; BROCA, A.; AMELLA, A., 1991. Evaluación de pastos de montaña (Pirineo Central): fitocenología, valor pastoral, producción y calidad. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP*, 189-196. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia (España).
- GAÑÁN, N.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; ALDEZABAL, A.; MARINAS, A., 2003. Valoración eco-pastoral de los puertos de Góriz en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 431-436. Eds. A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, M.C. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ REBOLLAR, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Granada (España).
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; HIDALGO, R.; MONTSERRAT, C., 1990. Patterns of time and space use by livestock in the Pyrenean summer ranges: a case study in the Aragon valley. *Mountain Research and Development*, **10**, 241-255.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ, D.; REMÓN, J.L., 1991. Application of vegetation maps to the study of grazing utilization: a case in the Western Pyrenees. *Phytocoenology*, **3**, 251-256.
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GÓMEZ-GARCÍA, D.; ALDEZABAL, A.; REMÓN, J.L., 2002. Revisión bibliográfica de la producción primaria neta aérea de las principales comunidades pascícolas pirenaicas. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 245-250. Eds. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. ETSIA. Lleida (España).
- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GÓMEZ-GARCÍA, D., 2003. Comparación de métodos de valoración pastoral en especies pascícolas pirenaicas. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 437-442. Eds. A.B. ROBLES, M.E. RAMOS, M.C. MORALES, E. DE SIMÓN, J.L. GONZÁLEZ REBOLLAR, J. BOZA. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Granada (España).

- GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; GARCÍA CRIADO, B.; GARCÍA CIUDAD, A.; ALVERA, B., 2004. Comparación interanual de la composición química de especies pascícolas pirenaicas. En: *Pastos y ganadería extensiva*, 209-214. Eds. B. GARCÍA-CRIADO, A. GARCÍA-CIUDAD, B.R. VÁZQUEZDEALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA. SEEP-IRNASA. Salamanca (España).
- GARTZIA, M.; MARINAS, A.; CAMPO, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D., 2005. Valoración eco-pastoral de los pastos del puerto de Aísa (Pirineo Occidental). En: *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural. Vol. II*, 817-824. Eds. B. DE LA ROZA, A. MARTÍNEZ, A. CARBALLAL. SERIDA. Gijón (España).
- GÓMEZ, D.; CASTRO, P.; ALDEZABAL, A., 1997. Species richness, biomass and plant production in subalpine plant communities in the Spanish Pyrenees. *36th International Symposium of International Association for Vegetation Science, April 1993*, 101-111. Universidad de La Laguna. Tenerife (España).
- GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; REMÓN, J.L., 2002a. Clave simplificada para la determinación de los prados y pastos pirenaicos. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 91-98. Eds. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Ed. Universitat de Lleida. Lleida (España).
- GÓMEZ-GARCÍA, D.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; MARINAS, A.; ALDEZABAL, A., 2002b. An eco-pastoral index for evaluating Pyrenean mountain grasslands. En: *Multi-Function Grasslands. Quality Forages, Animal Products and Landscape*, 922-923. Eds. J.L. DURAND, J.C. EMILE, C. HUYGHE, G. LEMAIRE. Association Française Production Fourragère. Poitiers (Francia).
- GONZÁLEZ, A., 1993. Evolución estacional de la proteína bruta de una pradera mixta en pastoreo sometida a tres dosis de nitrógeno. *Actas XXXIII Reunión Científica de la SEEP*, 347-354. Diputación Provincial de Ciudad Real. Ciudad Real (España).
- GORDON, I.J., 1989. Vegetation community selection by ungulates on the Isle of Rhum. I. Food supply. *Journal of Applied Ecology*, **26**, 35-51.
- HAFERKAMP, M.R.; MACNEIL, M.D.; GRINGS, E.E., 2005. Predicting Nitrogen Content in the Northern Mixed-Grass Prairie. *Rangeland Ecology & Management*, **58**, 155-160.
- HERRERO, J.; GARIN, I.; GARCÍA-SERRANO, A., 2003. Evolución demográfica y seguimiento del sarrio (*Rupicapra pyrenaica*) en el PNOMP. En: *Inventario y criterios de gestión de los mamíferos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Anexo I*, Informe inédito. Eds. R. GARCÍA-GONZÁLEZ, et al. Convenio CSIC-OAPN. Jaca-Madrid.
- INRA, 1988. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos*. Ediciones Mundi-Prensa, 437 pp. Madrid (España).
- LARCHER, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer, 506 pp. Berlin (Alemania).
- MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; GÓMEZ-GARCÍA, D., 2002. Valoración forrajera de los pastos de *Festuca gautieri* (Hackel) K. Richt en el Pirineo aragonés. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 251-256. Ed. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Universitat de Lleida. Lleida (España).
- MARINAS, A.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; FONDEVILA, M., 2003. The nutritive value of five species occurring in the summer grazing ranges of the Pyrenees. *Animal Science*, **76**, 461-469.
- MARINAS, M.; GARCÍA GONZÁLEZ, R., 2006. Preliminary data on nutritional value of abundant species in supraforestal Pyrenean pastures. *Pirineos*, **161**, 85-109..
- MATTSON, W.J.J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **11**, 119-161.
- MILCHUNAS, D.G.; LAUENROTH, W.K., 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs*, **63**, 327-366.
- MINSON, D.J., 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, 483 pp. San Diego (EEUU).

- MONTSERRAT, P.; FILLAT, F., 1990. The systems of grassland management in Spain. En: *Managed Grasslands*, 37-70. Ed. A. BREYMEYER. Elsevier. Amsterdam (Holanda).
- NEGRE, R.; GHIGLIONE, C.; MARC, P., 1987. Productivité et valeur fourragère des gispetières pyrénéennes. En: *Actes I Colloque International de Botanique Pyrénéenne, La Cabanasse (P.O.), Juillet.*, 379-398. Ed. Soc. Bot. France. Toulouse (Francia).
- NRC, 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*. National Academy of Sciences. Washington, D.C. (EEUU).
- NRC, 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Nat. Acad. of Sci., 248 pp. Washington, D.C. (EEUU).
- ORTEGA, I.M.; SOLTERO-GARDEA, S.; BRYANT, F.C.; DRAWWE, L.D., 1997. Evaluating grazing strategies for cattle: *Nutrition of cattle and deer. Journal of Range Management*, **50**, 631-637.
- OSORO, K., 1990. Recientes avances y futuro de la investigación en el manejo de los sistemas pastorales en zonas húmedas. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP*, 309-360. San Sebastián (España).
- OSORO, K.; OLIVAN, C.; CELAYA, R., 1991. Relación entre altura, producción y calidad tanto en pastos mejorados con *Lolium perenne* y *Trifolium repens* como en los dominados por *Festuca pratensis* en Asturias. *Actas de la XXXI Reunión Científica de la SEEP*, 378-383. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia. Murcia (España).
- PALLARUELO, S., 1993. *Pirineo Aragonés*. ICONA, 75 pp. Madrid (España).
- PNOMP, 1995. Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (B.O.E. del 11 de mayo de 1995). Madrid (España).
- REMÓN, J.L., 2004. *Estructura y producción de pastos en el Alto Aragón occidental (Aísa y Borau, Huesca)*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, 236 pp. Zaragoza (España).
- SÁNCHEZ, J.R., 2004. *Gradientes de fertilidad entorno a una majada de pastos de verano en el Pirineo Central*. Proyecto fin de carrera. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Huesca (España).
- SANZ, E.; BOLEDA, J.L., 2002. La ganadería extensiva en Cataluña. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 385-400. Eds. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Universitat de Lleida. Lleida (España).
- SCA, 1990. *Feeding standarts for Australian livestock. Ruminants*. CSIRO Australia, 266 pp. Victoria (Australia).
- SUNDRIYAL, R.C.; JOSHI, A.P., 1992. Annual nutrient budget for an alpine grassland in the Garhwal Himalaya. *Journal of Vegetation Science*, **3**, 21-26.
- TRÍAS, R.; SEGUÍ, A.; SANZ, E., 2002. Regulación de la carga ganadera idónea para el aprovechamiento del pastoreo en la alta montaña: caso de la Cerdaña (Gerona). En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 521-526. Eds. C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, I. BOVET, J. LLOVERAS. Universitat de Lleida. Lleida (España).
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.*, **74**, 3583-3597.
- VAN SOEST, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, 476 pp. Ithaca and London (EEUU).
- VIGO, J.; NINOT, J.M., 1987. Los Pirineos. En: *La vegetación de España*, 351-384. Ed. M. PEINADO-LORCA, S. RIVAS-MARTINEZ. Alcalá de Henares Univ. Madrid (España).
- VILLAR, L.; BENITO, J.L., 2001. *Memoria del mapa de vegetación actual del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Organismo Autónomo de Parque Nacionales, 144 + 3 mapas pp. Madrid (España).

NUTRITIVE VALUE OF GORIZ (CENTRAL PYRENEES, SPAIN) MAIN MOUNTAIN GRASSLAND COMMUNITIES

SUMMARY

Pyrenean summer pastures are an important feeding resource for extensive livestock production; however information on its nutritive value is scarce. Chemical composition of seven types of pastures, quantitatively important in Central Pyrenees, their temporal variation and their capability to meet livestock nutritional requirements were measured. The influence of necromass (standing dead matter) and other structural components (proportion of graminoids and forbs) on chemical composition were also studied. At the beginning of each month, from June to September, samples were taken at random in ungrazed plots of *Bromion erecti* (BE), *Nardion strictae* (NS), *Primulion intricatae* (PI), *Festucion gautieri* (FG), *Saponarienion caespitosae* (SP), *Festucion eskiae* (FE) and *Bromion-Nardion* (BN) pasture communities. Contents of NDF, ADF, lignin, crude protein (CP), P, K, Mg and K were determined in laboratory. Potential digestibility (PD) and metabolizable energy (ME) were estimated from equations. On average, *Primulion intricatae* and *Nardion strictae* have the highest CP values but their PD and ME are the lowest. The lowest values for PB were obtained in *Festucion gautieri* and *F. eskiae* and the highest ME in *Saponarienion caespitosae* and *Bromion erecti*. PD and ME average values remain relatively constant during the vegetative period; however, CP and P content show a maximum at the beginning of summer, declining rapidly later. The proportion of forbs associates positively with an increase in P, K and PD content, and negatively with NDF. Necromass proportion is negatively correlated to K content and positively to NDF. Green/dead matter ratio correlates positively with PD content when its value is lower than 2. The studied communities would meet cows and sheep PB, Ca and K requirements and only partially Mg, P and ME requirements. Mesophylous communities, as BE and PI, have higher nutritive value than acidophylous communities, as NS and FE, coinciding with what was described earlier by other authors in the Pyrenean Range.

Key words: Summer pastures, chemical composition, pastoral value, necromass.